

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) **DE 41 19 399 C 2**

(51) Int. Cl. 5:

**G 01 M 15/00**  
F 02 D 41/00

(21) Aktenzeichen: P 41 19 399.7-52  
(22) Anmeldestag: 12. 6. 91  
(43) Offenlegungstag: 9. 1. 92  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 8. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

20.06.90 JP 163226/90

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Füchsle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,  
Rechtsanw., 8000 München

(72) Erfinder:

Kuroda, Toshiki, Himeji, Hyogo, JP; Demizu, Akira,  
Himeji, Hyogo, JP; Nakagawa, Akihiro, Himeji,  
Hyogo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 07 212 A1  
US 47 39 649  
US 42 66 427

(54) Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen

DE 41 19 399 C 2

DE 41 19 399 C 2

## 1 Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Eine Diagnosevorrichtung dieser Art ist bekannt aus DE 39 07 212 A1, mit deren Hilfe der Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine beurteilt werden kann. Die bekannte Vorrichtung weist dazu einen Drucksensor auf, mit dem der Zylinderinnendruck der Verbrennungskraftmaschine erfaßt wird und der ein entsprechendes Ausgangssignal abgibt. Das Ausgangssignal wird abgespeichert und mit Hilfe der abgespeicherten Daten das Ausgangssignal differenziert. Auf der Grundlage des differenzierten Ausgangssignals wird der Verbrennungszustand in einem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine beurteilt, in dem auf den Zeitpunkt abgestellt wird, in dem ein Spitzenwert auftritt. Die Verarbeitung der abgespeicherten Werte erfolgt auf einer Zeitbasis, wobei die Verarbeitung begonnen wird mit Erreichen des oberen Totpunkts durch den Zylinder der Verbrennungskraftmaschine.

Obwohl die bekannte Vorrichtung verlässlich arbeitet, wird eine weitere Verbesserung der Verbrennungszustandsdiagnose angestrebt. Dabei soll der erhebliche Aufwand der bekannten Vorrichtung weitgehend vermieden werden.

Demnach ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen zu schaffen, mit der bei vereinfachtem Aufbau Zünd- oder Verbrennungsprobleme bei Verbrennungskraftmaschinen zuverlässiger erfaßt werden können.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Diagnosevorrichtung der eingangs genannten Art, die erfindungsgemäß entsprechend den Merkmalen des Kennzeichens des Patentanspruchs 1 ausgestaltet ist. Eine vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich aus dem Patentanspruch 2.

Entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung differenziert die Differenzierungseinrichtung des Ausgangssignals der Druck-Erfassungseinrichtung bezogen auf den Kurbelwinkel der Verbrennungskraftmaschine und bestimmt bezogen auf ein vorbestimmtes kleines Kurbelwinkelintervall fortlaufend die Differenz

$$\Delta \frac{dP}{d\Theta} = \frac{dP}{d\Theta}(\Theta + \Delta\Theta) - \frac{dP}{d\Theta}(\Theta)$$

Dabei stellt die Beurteilungseinrichtung über einen Vergleich der fortlaufend gebildeten Differenz mit einem vorbestimmten Wert einen fehlerhaften Zustand der Verbrennungskraftmaschine fest. In der vorteilhaften Ausgestaltung vergleicht die Beurteilungseinrichtung, wenn die fortlaufend gebildete Differenz zumindest gleich dem vorbestimmten Wert ist, einen für den jeweiligen Zylinder festgelegten Kurbelwinkelwert für den oberen Totpunkt mit einem Wert, der in einem Zähler für die vorbestimmten kleinen Kurbelwinkelintervalle gezählt wird, bildet zur Bestimmung des tatsächlichen Zündzeitpunktes die Differenz der beiden Werte und vergleicht zur Feststellung eines fehlerhaften Zustandes den tatsächlichen Zündzeitpunkt mit einem Zündzeitpunktbefehlswert.

Eine vollständige Würdigung der vorliegenden Erfindung und viele der damit erreichten Vorteile gehen aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen genauer hervor, in denen zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das einen Grundaufbau der Problemdiagnosevorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

5 Fig. 2 ein Diagramm, das eine Veränderung des Zylinderinnendrucks der Verbrennungskraftmaschine zeigt;

Fig. 3 ein Blockdiagramm, das den gesamten Aufbau eines Ausführungsbeispiels der Problemdiagnosevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

10 Fig. 4 ein Diagramm, das eine Veränderung des Innendrucks eines jeden Zylinders in der Maschine zeigt;

Fig. 5 ein Diagramm, das die Veränderung des Zylinderinnendrucks im Detail zeigt;

15 Fig. 6 ein Flußdiagramm, das das Hauptprogramm zur Feststellung eines Maschinenproblems zeigt; und

Fig. 7 ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm in Fig. 6 zeigt.

Bezugnehmend auf die Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile kennzeichnen, und insbesondere auf Fig. 1, bei der es sich um ein Blockdiagramm handelt, das die strukturellen Elemente der Problemdiagnosevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, kennzeichnet Bezugszeichen

20 M1 eine Verbrennungskraftmaschine, Bezugszeichen M2 eine Kurbelwinkelerfassungseinrichtung, um die Kurbelwinkel zu erfassen, die Impulssignale abgibt, die bei jeder Referenzstellung des Kurbelwinkels und jedem Einheitswinkel pulsieren, Bezugszeichen M3 eine Druckerfassungseinrichtung, um den inneren Druck jedes Zylinders zu erfassen, und Bezugszeichen M4 eine Problemdiagnoseeinrichtung.

25 Die Problemdiagnosevorrichtung mit obigem Aufbau ist so ausgelegt, daß der Innendruck der Zylinder bei vorbestimmten Kurbelstellungen gemessen wird, die durch die Kurbelwinkelerfassungseinrichtung M2 gegeben sind, und die tatsächliche Zündzeit für jeden der Zylinder entsprechend einem vorbestimmten Prozeß erfaßt wird, wodurch eine Beurteilung einer Fehlfunktion im Zündsystem durchgeführt wird.

30 Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Problemdiagnosevorrichtung der vorliegenden Erfindung. In Fig. 3 kennzeichnet Bezugszeichen 1 eine Verbrennungskraftmaschine mit ersten bis vierten Zylindern, Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4 und die Bezugszeichen 6 bis 9 jeweils

35 Drucksensoren, die den Innendruck eines jeden der Zylinder 2 bis 5 erfassen. Der Drucksensor kann ein piezoelektrisches Element sein, das eine elektrische Ladung entsprechend einer Veränderung des Drucks in dem Zylinder erzeugt, oder ein Halbleiterdrucksensor, der ausgelegt ist, um einen Druck auf die Halbleitermembran zu leiten, um dadurch den Druck als Veränderung des Widerstandes zu erfassen.

40 Das Bezugszeichen 10 kennzeichnet einen Kurbelwinkelsensor, der an der Kurbelwelle der Maschine 1 angebracht ist. Der Kurbelwinkelsensor 10 gibt ein Referenzstellung-Impulssignal für vorbestimmte Kurbelwinkelreferenzstellungen (zum Beispiel alle 180° und 720°) ab und gibt einen Einheitswinkel-Impulssignal für jeden Einheitswinkel (zum Beispiel je 1°) ab, um dadurch eine Zeitzählung für die Druckerfassung festzulegen. Bezugszeichen 30 kennzeichnet eine Meßeinrichtung für den Zylinderinnendruck, um die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 und des Kurbelwinkel-

45 sensors 10 zu empfangen, so daß der Innendruck eines jeden Zylinders gemessen wird. Die Zylinderinnendruck-Meßeinrichtung 30 umfaßt Schnittstellen (I/F) 12, 13, 14 und 15, die die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 in Spannungswerte umwandeln, eine Zeitzh-

55 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835

lungsschnittstelle 16, um das Ausgangssignal des Kurbelwinkelsensors 10 zu empfangen, einen A/D-Wandler 27, einen Ein-Chip-Mikrocomputer 26 mit einem Speicher 28 und einen Multiplexer 29, der die Ausgangssignale der Schnittstellen 12 bis 15 auswählt, die Ausgangssignale schaltet und sie an den A/D-Wandler entsprechend einem Steuerbefehl des Mikrocomputers 26 überträgt.

Bei der Problemdiagnosevorrichtung mit obigem Aufbau werden die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 in den Multiplexer 29 über die Schnittstellen 12 bis 15 eingegeben, die ausgegebenen Signale im Multiplexer 29 ausgewählt und die ausgewählten Signale sequentiell in den Mikrocomputer 26 eingegeben.

Die Fig. 4a bis 4c zeigen eine Veränderung des Innendrucks jedes Zylinders 2 bis 5 (bei diesem Ausführungsbeispiel dient eine 4-Zylinder/4-Takt-Maschine als Beispiel) bezogen auf den Kurbelwinkel und die Signalverläufe in jedem Teil. In Fig. 4a kennzeichnet eine durchgezogene Linie den Druckverlauf des ersten Zylinders Nr. 1 der Maschine 1, eine durchbrochene Linie den Druckverlauf des dritten Zylinders Nr. 3, eine einfach punktierte Linie den Druckverlauf des zweiten Zylinders Nr. 2 und eine doppelt punktierte Linie den Druckverlauf des vierten Zylinders Nr. 4, wobei die Bereiche BDC untere Totpunkte und die Bereiche TDC obere Totpunkte repräsentieren. Wie in Fig. 4a dargestellt, besitzt der Verdichtungszyklus jedes Zylinders in der 4-Zylinder-Maschine einen Phasenunterschied des Kurbelwinkels von  $180^\circ$ . In Fig. 4a sind nur der Kompressionsvorgang und der Explosionsvorgang für den Druckverlauf der Zylinder Nr. 2 bis Nr. 4 dargestellt und der Ansaugvorgang und der Ausstoßvorgang sind weggelassen.

Der Kurbelwinkelsensor 10 erzeugt ein Zylinderunterscheidungssignal mit einem Intervall von  $720^\circ$ , wie in Fig. 4b dargestellt, und ein Kurbelwinkelsignal mit Intervallen von  $1^\circ$ , wie in Fig. 4c dargestellt. Diese Signale werden in den Mikrocomputer 26 über die Zeitzählungsschnittstelle 16 eingegeben. Die Drucksignale werden durch den Multiplexer 29 ausgewählt und einer A/D-Umwandlung durch den A/D-Wandler 27 bei vorbestimmten Kurbelwinkeln unterzogen und die A/D-umgewandelten Drucksignale werden im Speicher 28 gespeichert.

Im folgenden wird ein Verfahren zur Erfassung eines tatsächlichen Zündzeitverlaufs genauer beschrieben.

Fig. 2 zeigt den Zylinderinnendruckverlauf  $P(\Theta)$  für den ersten Zylinder Nr. 1 und den differentiierten Verlauf  $dP/d\Theta$ , die durch die A/D-Umwandlung der Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 bei jedem der Kurbelwinkelsignale erzielt werden. In Fig. 2 repräsentiert eine unterbrochene Linie die Zylinderinnendruckkurve  $P(\Theta)$  für den ersten Zylinder Nr. 1 und eine durchgezogene Linie die differenzierte Kurve  $dP/d\Theta$  (worauf im folgenden durch  $dP/d\Theta$  Bezug genommen wird) des ersten Zylinders Nr. 1. Der Wert von  $dP/d\Theta$  kann mit der folgenden Formel erzielt werden:

$$dP/d\Theta = P_{AD(n)} - P_{AD(n-1)} \quad (1)$$

Die Formel (1) dient dazu, die Differenz zwischen einem Druckwert  $P_{AD(n)}$ , der bei einem bestimmten Kurbelwinkel erzielt wurde, und dem Druckwert  $P_{AD(n-1)}$  zu erhalten, der bei dem Kurbelwinkel unmittelbar vor dem vorbestimmten Kurbelwinkel erhalten wurde, wobei beide Druckwerte durch A/D-Umwandlung erzielbar sind. Da der Gradient der Kurve im Kom-

pressionsvorgang und im Explosionsvorgang sich abhängig vom Betriebszustand der Maschine verändert, verändert sich der Absolutwert von  $dP/d\Theta$ . Die Zündung einer komprimierten Gasmischung im Punkt A von  $P(\Theta)$  bewirkt einen raschen Anstieg des Gradienten von  $P(\Theta)$ . Als Ergebnis ist es möglich, den tatsächlichen Zündzeitpunkt durch Ermittlung des Punktes B von  $dP/d\Theta$  zu erkennen.

Wie zuvor beschrieben, werden, da der Absolutwert von  $dP/d\Theta$  sich in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Maschine verändert, die folgenden Messungen durchgeführt, um den Punkt B in Fig. 2 zu erfassen. Der Wert  $\alpha$  von  $dP/d\Theta_{(n)}$  für jeden vorbestimmten Kurbelwinkel (zum Beispiel je  $1^\circ$ ) und der Wert  $\beta$  von  $dP/d\Theta$

$(n-1)$  bei einem Kurbelwinkel unmittelbar vor dem vorbestimmten Kurbelwinkel werden jeweils ermittelt und der Wert  $\gamma$  von  $\Delta dP/d\Theta$ , der die Differenz zwischen den Werten  $\alpha$  und  $\beta$  ist, wird durch  $\gamma = \alpha - \beta$  ermittelt, wie in Fig. 5 dargestellt ist. Der tatsächliche Zündzeitpunkt kann bestimmt werden durch Bestimmung des Punktes, indem der Wert  $\gamma$  gleich oder größer einem vorbestimmten Wert wird, nämlich des Punktes B, in dem der Gradient von  $P(\Theta)$  durch Zündung rapide ansteigt, so daß der Gradient von  $dP/d\Theta$  rapide ansteigt.

Demnach wird der tatsächliche Zündzeitpunkt erfaßt und mit dem Zündzeitpunkt verglichen, der zuvor durch eine Maschinensteuerungseinheit bestimmt wurde, wo durch eine Problemdiagnose des Zündsystems durchgeführt wird.

Der Zeitverlauf der Messung des tatsächlichen Zeitpunkts wird nun beschrieben. Der Zeitpunkt, bei dem die komprimierte Gasmischung gezündet wird, liegt stets im  $180^\circ$ -Bereich (der durch ein Symbol I in Fig. 2 angedeutet ist) vom  $270^\circ$ -Punkt im Kompressionsvorgang bis zum  $450^\circ$ -Punkt im Explosionsvorgang. Dementsprechend wird eine A/D-Umwandlung des Zylinderinnendrucks bei jedem Kurbelwinkelsignal innerhalb des Bereichs von  $180^\circ$  ausgeführt. Der obere Totpunkt des ersten Zylinders im Ansaugvorgang wird durch das

Zylinderunterscheidungssignal, wie in Fig. 4b dargestellt, bestimmt, und der Kurbelwinkel wird durch das Kurbelwinkelsignal, wie in Fig. 4c, bestimmt. Ein Kurbelwinkelzähler CCA, der durch Empfangen des Kurbelwinkelsignals beginnt aufwärts zu zählen, wird durch

das Zylinderunterscheidungssignal, wie in Fig. 4b, zurückgesetzt, und das Aufwärtszählen wird dann durch das Kurbelwinkelsignal ausgeführt. In dem durch das Symbol I in Fig. 2 gekennzeichneten Bereich werden die Zylinder durch die vom Zähler CCA gezählten Werte unterschieden und die Zündung der Zylinder wird sequentiell erfaßt.

Die Fig. 6 und 7 sind Flußdiagramme zur Erfassung des Zündzeitpunkts eines jeden der Zylinder.

Fig. 6 zeigt das Hauptprogramm zur Erfassung des Zündzeitpunkts. Im Schritt 100, um die Erfassung des Zündzeitpunkts zu beginnen, wird der Speicher zur Speicherung der Daten des Zündzeitpunkts zurückgesetzt und der Zähler zum Zählen der Kurbelwinkel wird gelöscht.

Im Schritt 101 wird eine Entscheidung durchgeführt, ob das Zylinderunterscheidungssignal (Fig. 4b) des Kurbelwinkelsensors 10 auftritt oder nicht. Wenn das Zylinderunterscheidungssignal erfaßt wird, wird der Vorgang des Schritts 102 bewirkt. Nämlich, der Microcomputer 26 empfängt das Signal des vierten Zylinders Nr. 4 mittels des Multiplexers 29, so daß das Signal einer A/D-Umwandlung durch den A/D-Wandler unterzogen wird, und setzt einen Wert 90 für den maximalen Vergleichs-

g/-  
s-  
in  
es  
  
el-  
: 1  
le-  
iel-  
ind  
für  
da-  
ule-  
ich-  
gssi-  
ikel-  
eines  
inen-  
F) 12,  
enso-  
itzäh-

wert CMAX eines Kurbelwinkelmeßzählers im Schritt 102.

Im Schritt 103 wird vom Hauptprogramm, wie in Fig. 6, ein Unterprogramm aufgerufen, um es auszuführen. Die Einzelheiten des Unterprogramms sind in Fig. 7 dargestellt.

Das Winkelsignal des Kurbelwinkelsensors 10 wird, als ein Unterbrechungssignal (Interrupt-Signal) in der Behandlung des Programms, dem Microcomputer 26 über die Schnittstelle 16 zugeführt, wobei das Winkelsignal im Schritt 101 verwendet wird.

Im Schritt S0 in Fig. 7 wird ein Fehlzündungs-Merker, um als Fehlzündung zu gelten, gesetzt, wenn der tatsächliche Zündpunkt B nicht erfaßt werden kann.

In Schritt S1 wird der Zähler CCA bei jeder ansteigenden Flanke der Kurbelwinkelimpulse, dargestellt in Fig. 4c, erhöht.

Im Schritt S2 wird der maximale Vergleichswert CMAX im Zähler der im Hauptprogramm gemäß Fig. 6 bereitgestellt wurde, verglichen mit dem Wert des Zählers CCA, der in Schritt S1 erzielt wurde. Wenn diese beiden Werte nicht miteinander übereinstimmen, wird die A/D-Umwandlung im Schritt S3 begonnen, um dadurch den Druck zu messen. Wenn andererseits die Werte miteinander übereinstimmen, wird die Operation an das in Fig. 6 dargestellte Hauptprogramm zurückgegeben.

In Schritt S4 wird beurteilt, ob die A/D-Umwandlung abgeschlossen ist oder nicht. Falls festgestellt wird, daß die Umwandlung abgeschlossen ist, wird zum Schritt S7 übergegangen. Im Schritt S7 werden der A/D-umgewandelte Druckwert  $P_{AD(n)}$  im vorliegenden Zeitpunkt und der A/D-umgewandelte Druckwert  $P_{AD(n-1)}$  des letzten Zeitpunkts jeweils aus dem Speicher 28 ausgelesen und der Wert  $dP/d\Theta$ , d. h. die Druckdifferenz  $\alpha$  durch Berechnung dieser Werte ermittelt und der Wert  $P_{AD(n)}$  wird für den Wert  $P_{AD(n-1)}$  gesetzt. Im Schritt S10 werden die Druckdifferenz  $\alpha$  und der Wert  $dP/d\Theta$  d. h., der Wert  $\beta$  des letzten Zeitpunkts aus dem Speicher 28 ausgelesen, um  $\Delta dP/d\Theta$  zu berechnen und  $\alpha$  wird für  $\beta$  gesetzt.

Im Schritt S12 wird der Wert  $\Delta dP/d\Theta$  verglichen mit einem vorbestimmten Wert, der eine Totzone oder nicht empfindliche Zone repräsentiert und der zuvor bereitgestellt wurde. Als Ergebnis des Vergleichs wird, wenn der Wert  $\Delta dP/d\Theta$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert, d. h. der Wert der nicht-empfindlichen Zone, wird der nachfolgende Schritt zu S1 zurückgeführt. Andernfalls wird zum Schritt S14 übergegangen.

Im Schritt S14 wird der TDC-Wert des Explosionsvorgangs, der im Hauptprogramm erzielt wird, gelesen und die Differenz zwischen dem Wert des Zählers CCA und des TDC-Wertes, d. h. der tatsächliche Zündzeitpunkt (RIG), der dem in Fig. 5 gezeigten Punkt B entspricht, wird berechnet. Für den tatsächlichen Zündzeitpunkt, der in Schritt S14 ermittelt wird, bedeutet ein positiver Wert einen Zeitpunkt vor dem TDC (oberer Totpunkt), was durch BTDC repräsentiert wird, und ein negativer Wert einen Zeitpunkt nach TDC (oberem Totpunkt), was durch ATDC repräsentiert wird.

In Schritt S16 wird ein Zündzeitpunkt-Befehlswert IG, der durch die Steuereinheit zu steuern ist, gelesen, und der Zündzeitpunkt-Befehlswert IG wird mit dem tatsächlichen Zündzeitpunkt RIG verglichen, um einen Differenzwert IG zu erhalten.

Im Schritt S17 wird der Wert  $\Delta IG$  verglichen mit einem Koeffizienten K, der eine Totzonengröße ist, d. h. eine nicht-sensitive Größe, die in Anbetracht einer Ver-

zögerung des Betriebs der Druckerfassungseinrichtung bestimmt ist. Wenn der Wert  $\Delta IG$  größer als der Koeffizient K ist, wird beurteilt, daß ein Problem in Zündsystem auftritt und ein Problem-Merker wird in Schritt S18 gesetzt. Wenn die entgegengesetzte Beurteilung erfolgt, wird der Problem-Merker in Schritt S19 gelöscht. Dann wird der Fehlzündung-Merker in Schritt S20 gelöscht.

In Fig. 7 korrespondiert die Erfassungseinrichtung für die Veränderung des Zylinderinnendrucks, die eine Veränderung des Zylinderinnendrucks in der Verbrennungskraftmaschine erfaßt, den Schritten S3 und S4. Die Differenzierungseinrichtung, die die Differenzierung der Ausgangssignale, die von der Erfassungseinrichtung für die Veränderung des Zylinderinnendrucks ausgegeben werden, durchführt, korrespondiert zu den Schritten S7 und S10. Die Beurteilungseinrichtung, die beurteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine fehlerhaft wird, wenn eine Veränderungsgröße des Ausgangssignals der Differenzierungseinrichtung kleiner ist als ein vorbestimmter Wert, korrespondiert zu den Schritten S14, S16 und S17.

Nachdem die Problemdiagnose in der oben dargestellten Weise durchgeführt wurde, wird im nachfolgenden Schritt zum Schritt 104 im Hauptprogramm, dargestellt in Fig. 6, zurückgekehrt. Im Schritt 104 wird der A/D-Wandler an die Leitung zum zweiten Zylinder Nr. 2 angeschlossen und der maximale Vergleichswert des Kurbelwinkelimpulses für die Druckmessung wird auf 270 in Übereinstimmung mit dem zweiten Zylinder gesetzt. Dann wird Schritt 103 aufgerufen, der das zuvor erwähnte Unterprogramm darstellt und die aufeinanderfolgenden Schritte gemäß Fig. 7 werden ausgeführt, wodurch die Problemdiagnose für den zweiten Zylinder Nr. 2 ausgeführt wird.

Auf dieselbe Art wie oben wird im Schritt 105 der erste Zylinder Nr. 1 bestimmt, im Schritt 106 der dritte Zylinder Nr. 3 und im Schritt 107 wiederum der vierte Zylinder Nr. 4. Für jeden der Schritte 105, 106 und 107 wird die Problemdiagnose jeweils im Schritt 103 durchgeführt.

Dementsprechend wird das Auftreten oder das Fehlen des Problems der Zylinder Nr. 4, Nr. 2, Nr. 1 und Nr. 3 entsprechend der Reihenfolge der Zündung beurteilt. Nach dieser Beurteilung wird zum Schritt 101 zurückgekehrt, so daß die Problemdiagnose wiederholt wird.

Im obigen Ausführungsbeispiel wird der Innendruck der Vielzahl Zylinder intermittierend und sequentiell durch Verwendung eines einzelnen A/D-Wandlers mittels des Multiplexers gemessen, um so Fehlzündungen in den Zylindern zu erfassen. Jedoch kann jeder der Zylinder mit einem A/D-Wandler für die ausschließliche Verwendung vorgesehen werden. In diesem Fall kann Fehlzündung in mehreren Zylindern gleichzeitig erfaßt werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Problemdiagnose des Zündsystems durchgeführt werden durch Erfassung des Innendrucks der Zylinder mittels der Druckerfassungseinrichtung; durch Ermitteln des tatsächlichen Zündzeitpunkts aus dem Ausgangswert der Druckerfassungseinrichtung und durch Vergleich des tatsächlichen Zündzeitpunkts mit dem Zündbefehlswert, der durch die Steuerungseinheit bereitgestellt wird. Entsprechend der Problemdiagnose gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Fehlzündung in den Zylindern und die Abweichung bezüglich des Zündzeitverlaufs aufgrund von Alterung der Zündelemente, wie zum Beispiel eines Zündsteckers, eines Hochspannungs-

kabels, eines Leistungstransistors oder ähnlichem direkt abhängig vom Verbrennungszustand der Maschine bestimmt werden.

## Patentansprüche

5

## 1. Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen mit

- einer Druck-Erfassungseinrichtung (M3; 6, 7, 8, 9), die den Zylinderinnendruck P der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (M1; 1) erfaßt und ein entsprechendes Ausgangssignal abgibt,
- einer Differenzierungseinrichtung (27), die das Ausgangssignal von der Druck-Erfassungseinrichtung (M3, 6, 7, 8, 9) empfängt, das Ausgangssignal differenziert und ein differenziertes Ausgangssignal abgibt,
- einer Beurteilungseinrichtung (27), die das differenzierten Ausgangssignal empfängt

20

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Differenzierungseinrichtung (27) das Ausgangssignal der Druck-Erfassungseinrichtung (M3; 6, 7, 8, 9) sowohl bezogen auf den Kurbelwinkel  $\Theta$  der Verbrennungskraftmaschine differenziert, als auch bezogen auf ein vorbestimmtes kleines Kurbelwinkelintervall  $\Delta\Theta$  fortlaufend die Differenz

$$\Delta \frac{dP}{d\Theta} = \frac{dP}{d\Theta}(\Theta + \Delta\Theta) - \frac{dP}{d\Theta}(\Theta)$$

30

bestimmt und

- die Beurteilungseinrichtung über einen Vergleich der Differenz  $\Delta \frac{dP}{d\Theta}$  mit einem vorbestimmten Wert einen fehlerhaften Zustand der Verbrennungskraftmaschine (M1; 1) feststellt.

## 2. Diagnosevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beurteilungseinrichtung

40

- (M4; 26), wenn die Differenz  $\Delta \frac{dP}{d\Theta}$  zumindest gleich dem vorbestimmten Wert ist, einen für den jeweiligen Zylinder festgelegten Kurbelwinkelwert für den oberen Totpunkt mit einem Wert vergleicht, der in einem Zähler (CCA) für die vorbestimmten kleinen Kurbelwinkelintervalle gezählt wird, zur Bestimmung des tatsächlichen Zündzeitpunktes (RIG) die Differenz der beiden Werte bildet und zur Feststellung eines fehlerhaften Zustandes des tatsächlichen Zündzeitpunkt (RIG) mit einem Zündzeitpunkt-Befehlswert (IG) vergleicht.

45

50

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

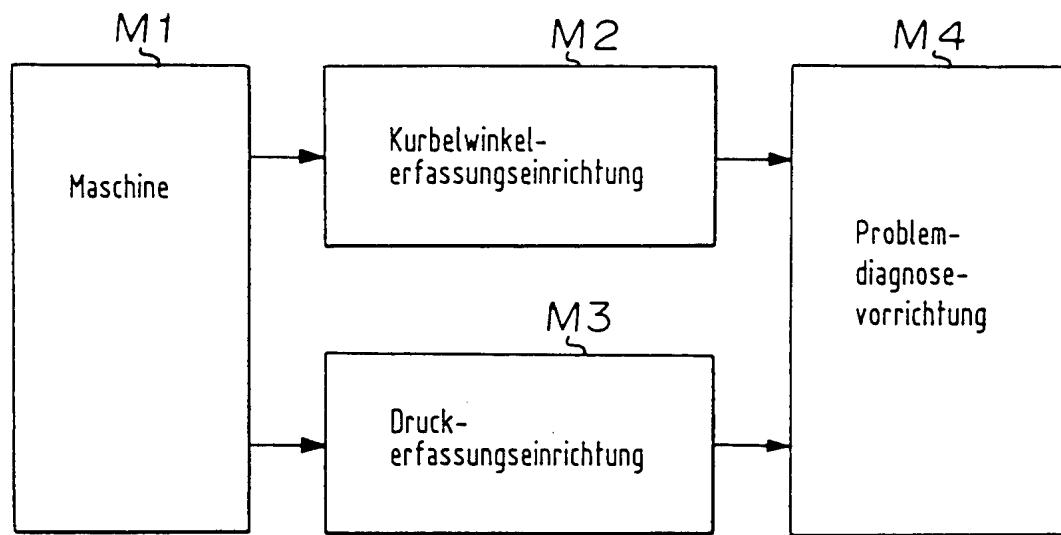
55

60

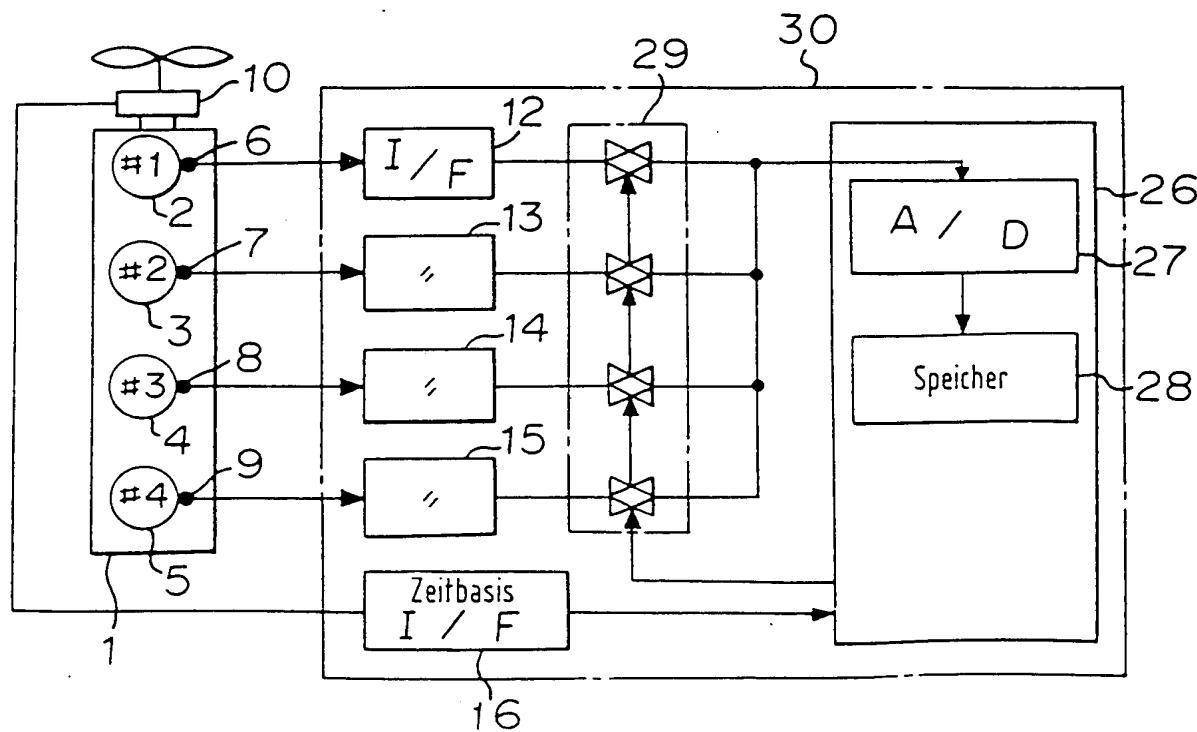
65

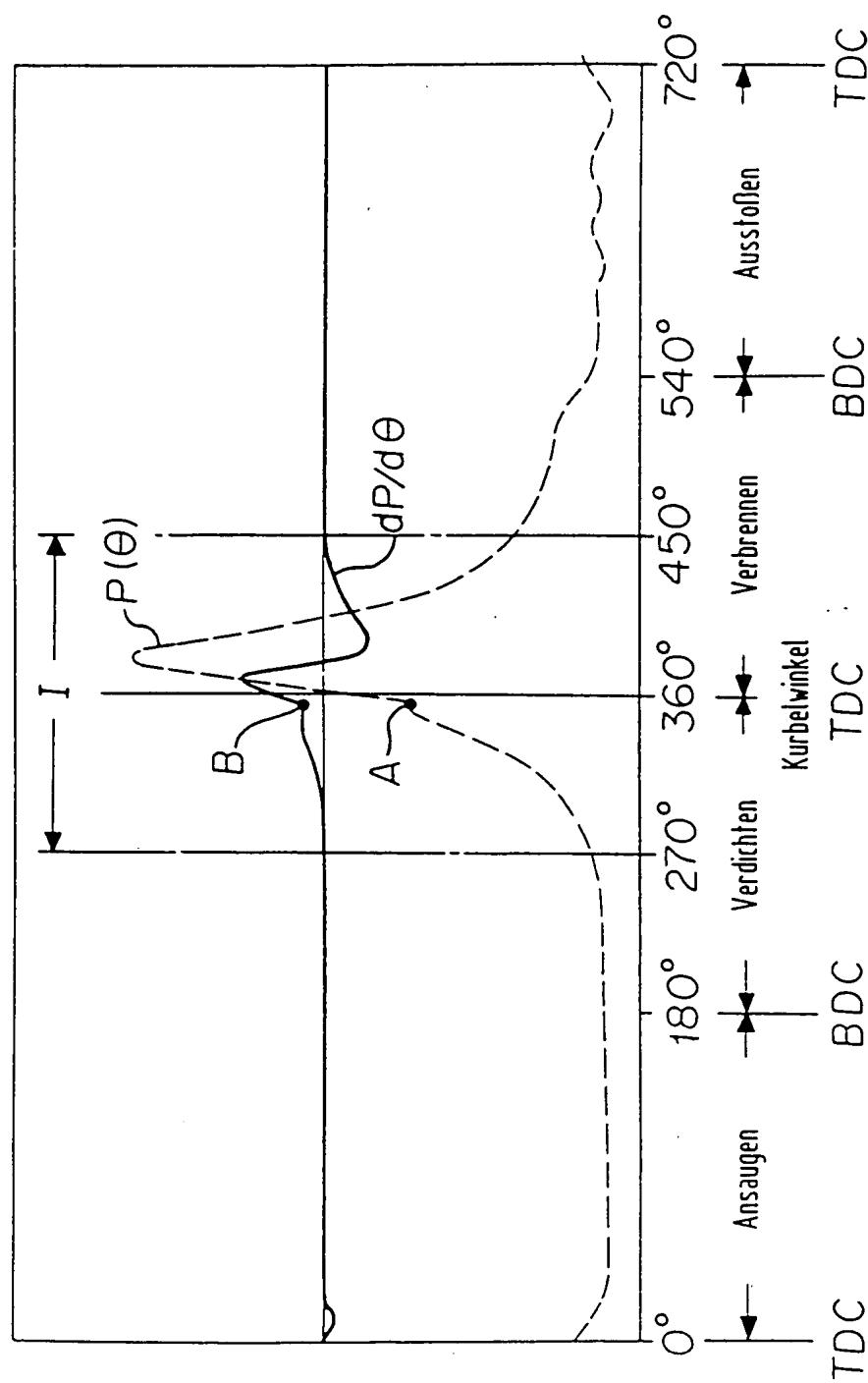
 ro-  
 den  
 tels  
 des  
 vert  
 eich  
 ehls-  
 stellt  
 s der  
 i den  
 dzeit-  
 e, wie  
 iungs-

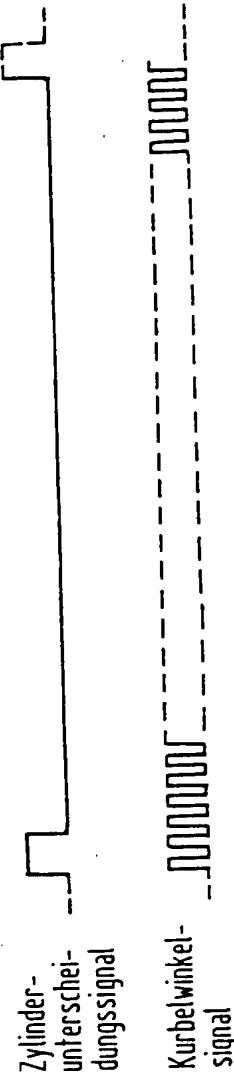
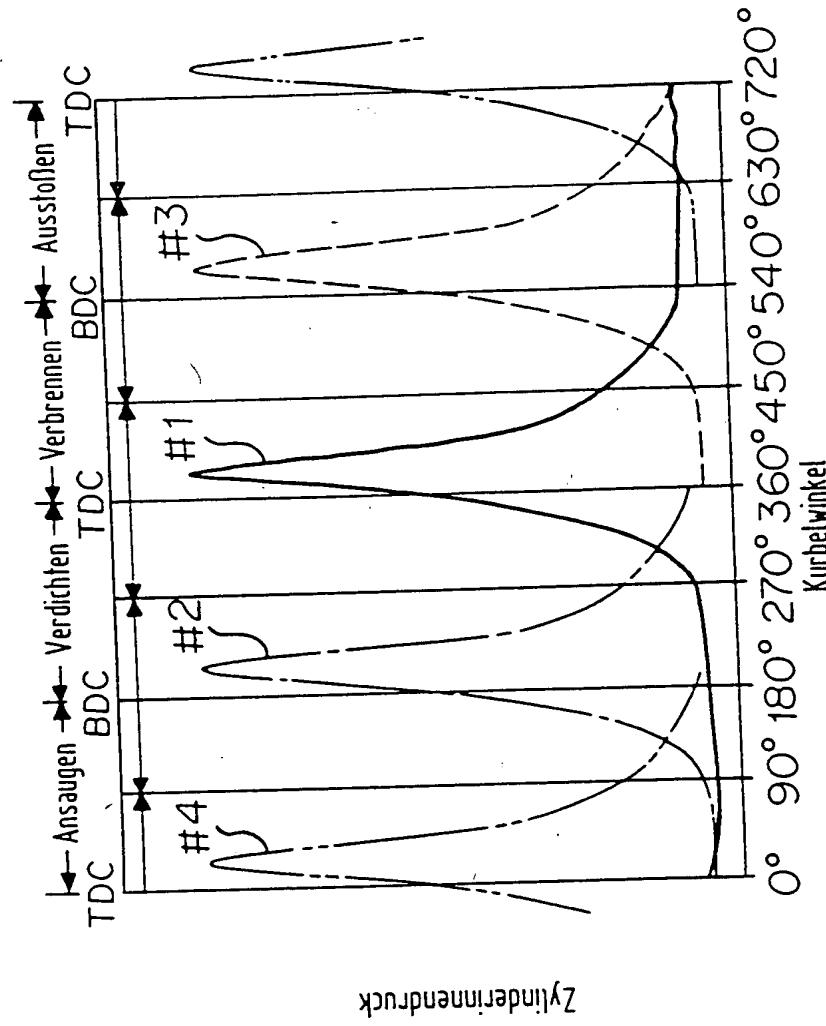
# FIGUR 1



# FIGUR 3



**FIGUR 2**



FIGUR

4 c

## FIGUR 5

